

JC17 Rec'd PCT/PTO 28 APR 2005

# УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ПРОВОДА ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ (ВАРИАНТЫ)

## Область техники

Изобретение относится к дистанционному контролю (мониторингу) объектов электроэнергетики и предназначено для получения данных о состоянии провода высоковольтной воздушной линии электропередачи (ВЛ) и их передачи на пункт сбора информации (например, диспетчерский пункт). К числу контролируемых параметров состояния провода ВЛ, в частности, относятся его температура, ток, тяжение (механическая нагрузка на разрыв), а также статические и динамические параметры положения провода в пространстве: минимальное расстояние (габарит) до земли, параметры колебаний провода при свинге (раскачивание под действием ветра) или пляске (автоколебания, возникающие под действием равномерного ветра на провод с несимметричным гололёдным отложением).

Результаты мониторинга могут быть использованы для управления режимами ВЛ с целью обеспечения надежной работы ВЛ при максимальном использовании её нагрузочной способности.

## Уровень техники

Известно устройство [1], размещаемое на проводе ВЛ, которое содержит датчик температуры и запоминающее устройство, позволяющие измерять температуру провода ВЛ и хранить измеренные значения до их считывания в стационарных условиях с помощью персонального компьютера. Недостатки устройства [1] - необходимость снятия его с ВЛ для считывания результатов измерения, ограниченный набор измеряемых параметров.

Известно переносное устройство [2], представляющее собой лазерный дальномер, позволяющий измерить расстояние между проводом ВЛ и поверхностью земли в заданной точке (габарит провода до земли). Недостатки устройства [2] - необходимость участия оператора, выполняющего и фиксирующего измерения, ограниченный набор измеряемых параметров.

Известно устройство [3], представляющее собой стационарную систему, содержащую устанавливаемый вблизи пролёта ВЛ лазерный измеритель,

регистрирующий статические и динамические параметры состояния провода, в том числе при возникновении таких явлений, как свинг и пляска. Это устройство является, по существу, модификацией лазерного дальномера [2], позволяющей контролировать процессы динамического поведения провода. К числу недостатков устройства относится его громоздкость, необходимость постоянной настройки и обслуживания.

Общим недостатком устройств [1,2,3] является отсутствие средств передачи данных о результатах измерения параметров проводов на пункт сбора информации и, следовательно, невозможность осуществления мониторинга состояния проводов ВЛ в режиме реального времени.

Известны устройства [4] и [5] контроля параметров провода ВЛ, обладающие средствами передачи данных для осуществления мониторинга в режиме реального времени.

Устройство [4] устанавливается на опоре ВЛ и представляет собой датчик тяжения провода (механической нагрузки, передаваемой на подвесной изолятор), снабженный средствами предварительной обработки, хранения и радиопередачи данных о результатах измерений, что позволяет осуществлять мониторинг тяжения проводов ВЛ в реальном масштабе времени. Исходя из измеренной устройством [4] величины тяжения, могут быть рассчитаны другие параметры состояния провода.

Недостатком устройства [4] является необходимость создания и эксплуатации специализированной технологической системы радиосвязи, а также невысокая достоверность и точность получаемых данных. Последнее связано с тем, что состояние провода определяется не в результате прямых и непосредственных измерений таких параметров, как температура и положение провода, а в результате анализа косвенных признаков. Так, температура провода определяется косвенным образом в результате расчетов с использованием данных о величине тяжения провода, температуре окружающей среды, скорости ветра и токовой нагрузке провода в момент измерения. Положение провода и его габарит до земли также могут быть определены только косвенным образом - с использованием данных о положении провода при расчетных условиях, формул и зависимостей, характеризующих связь величины контролируемого тяжения провода со стрелой провеса.

Выбранное в качестве прототипа устройство для дистанционного контроля состояния провода воздушной линии электропередачи [5] содержит корпус, снабженный средством крепления на проводе линии электропередачи, и размещённые в корпусе блок питания и измерительно-передающий модуль. В состав измерительно-передающего модуля устройства [5] входят блок управления, блок получения и преобразования сигналов состояния провода, блок связи и передачи данных. При этом выход блока получения и преобразования сигналов состояния провода подключён к входу блока связи и передачи данных.

Устройство-прототип крепится на проводе ВЛ, работает как автономный элемент системы мониторинга состояния проводов ВЛ в режиме реального времени, обеспечивая передачу данных по каналам специализированной системы технологической информации (создать такую систему в [5] предлагается на принципах высокочастотной связи по проводам ВЛ с помощью высоковольтных модулей присоединения [6]).

Недостаток прототипа – для его функционирования в системе мониторинга требуется дополнительно создавать и эксплуатировать специализированные (технологические) средства.

Этот недостаток обусловлен следующим. Устройство, размещаемому на проводе ВЛ в качестве автономного измерительного элемента системы мониторинга, для выполнения функции измерения параметров положения провода и/или функции связи с пунктом сбора измерительной информации необходимы внешние средства. Для прототипа в качестве таких средств необходимо вводить в систему мониторинга дополнительное специализированное оборудование (например, лазерный дальномер [2], [3] и/или систему ВЧ-связи соответственно), отказы или перерывы в работе которого снижают надёжность как системы мониторинга в целом, так и её автономного измерительного элемента.

#### **Сущность изобретения**

Задача изобретения – исключить необходимость создания и эксплуатации специализированных технологических средств для измерения параметров положения провода и/или для связи с пунктом сбора измерительной информации и, тем самым, повысить надёжность

функционирования устройства как автономного элемента системы мониторинга состояния проводов ВЛ.

Предметом изобретения (первый вариант) является устройство для дистанционного контроля состояния провода воздушной линии электропередачи, содержащее корпус, снабженный средством крепления на проводе линии электропередачи, и размещённые в корпусе блок питания и измерительно-передающий модуль, который снабжён средством сопряжения с каналом сотовой телефонии общего пользования.

Предметом изобретения (второй вариант) также является устройство для дистанционного контроля состояния провода воздушной линии электропередачи, содержащее корпус, снабженный средством крепления на проводе линии электропередачи, и размещённые в корпусе блок питания и измерительно-передающий модуль, который снабжён приемником сигналов глобальной системы позиционирования с определителем его положения в трёхмерной системе координат.

Совокупность признаков каждого из указанных вариантов изобретения позволяет повысить надёжность функционирования устройства как автономного элемента системы мониторинга состояния проводов ВЛ.

Первый вариант изобретения имеет развитие, состоящее в том, что измерительно-передающий модуль содержит блок управления, блок получения и преобразования сигналов состояния провода, блок предварительной обработки полученной информации, накопления и хранения данных, блок связи и передачи данных, при этом блок предварительной обработки полученной информации, накопления и хранения данных подключён к входу блока связи и передачи данных и к выходу блока получения и преобразования сигналов состояния провода, а средство сопряжения с каналом сотовой телефонии общего пользования введено в блок связи и передачи данных.

Другое развитие первого варианта реализации изобретения состоит в том, что в измерительно-передающий модуль введён приемник сигналов глобальной системы позиционирования с определителем его положения в трёхмерной системе координат.

Это позволяет осуществить мониторинг статических и динамических параметров положения провода, сохранив надёжность автономного функционирования устройства.

Второй вариант изобретения имеет развитие, состоящее в том, что измерительно-передающий модуль содержит блок управления, блок получения и преобразования сигналов состояния провода, блок предварительной обработки полученной информации, накопления и хранения данных, блок связи и передачи данных, при этом блок предварительной обработки полученной информации, накопления и хранения данных подключён к выходу блока получения и преобразования сигналов состояния провода и к входу блока связи и передачи данных, а приемник сигналов глобальной системы позиционирования с определителем его положения в трёхмерной системе координат введён в блок получения и преобразования сигналов состояния провода.

Второй вариант реализации изобретения имеет другое развитие, состоящее в том, что измерительно-передающий модуль снабжён средством сопряжения с каналом сотовой телефонии общего пользования.

Это позволяет дополнительно повысить надёжность автономного функционирования устройства по второму варианту изобретения.

Оба варианта изобретения имеют дополнительные развития, состоящие в том, что:

- блок получения и преобразования сигналов состояния провода содержит датчик параметров тока в проводе;
- блок получения и преобразования сигналов состояния провода содержит датчик температуры провода, который может быть встроен в средство крепления корпуса на проводе линии электропередачи;
- блок связи и передачи данных снабжен средствами приема сигналов запроса информации, установочных цифровых данных и средствами защиты от несанкционированного доступа.

Это позволяет обеспечивать в частных случаях реализации устройства требуемые наборы контролируемых параметров состояния провода и функциональных возможностей устройства.

Оба варианта изобретения имеют другие развития, состоящие в том, что блок питания выполнен в виде аккумулятора, который может быть снабжён средством подзарядки от тока линии электропередачи и/или от дополнительно введённой солнечной батареей.

Это позволяет дополнительно повысить надёжность автономной работы устройства.

### Краткое описание фигур чертежей

Фиг. 1 иллюстрирует функциональную блок-схему устройства с учетом его развития; на фиг. 2. показан общий вид устройства, установленного на проводе ВЛ.

### Осуществление изобретения

На фиг. 1 показаны:

- 1 - блок питания,
- 2 - блок управления,
- 3 - блок получения и преобразования сигналов состояния провода ВЛ,
- 4 - блок предварительной обработки полученной информации, накопления и хранения данных,
- 5 - блок связи и передачи данных,
- 6 - провод ВЛ.

Блок 1 может быть выполнен в виде аккумулятора и снабжен средствами подзарядки от тока в проводе линии и/или от солнечной батареи, которая в этом случае входит в состав устройства (на фиг.1 не показана).

Блок 2 управляет работой блоков 3, 4 и 5 и устройства в целом.

В состав блока 3 входят:

- 7 - датчик параметров тока в проводе 6,
- 8 - датчик температуры провода 6,
- 9 - приемник сигналов глобальной системы позиционирования GPS с определителем его положения в трёхмерной системе координат (GPS приёмник).

На фиг.2 показаны:

- 10 - корпус устройства,
  - 11 - средства крепления корпуса 10 на проводе 6,
  - 12 и 13 - антенны блока 5 и приёмника 9,
- а также провод 6 и датчик 8, встроенный в средство 11 (датчик 7 на фиг.2 не показан, а датчик 8 состоит из двух частей).

Блок 4 связан с выходом блока 3 и входом блока 5 и выполняет функции предварительной обработки полученной информации, накопления и хранения данных.

Блок 5 обеспечивает связь и передачу данных на пункт сбора измерительной информации.

Блоки 2, 4 и 5 могут быть выполнены на базе микропроцессорной техники с программным управлением и конструктивно объединены с блоком 3 в единый измерительно-передающий модуль 14.

Средство 15 сопряжения с каналом сотовой телефонии общего пользования, которым снабжён модуль 14, показано на фиг. 1 в составе блока 5. Блок 5 может быть снабжён также средствами приема сигналов запроса информации, установочных цифровых данных и защиты от несанкционированного доступа, которые на фиг. 1 не показаны.

Датчик 7 функционирует как трансформатор тока и конструктивно может быть выполнен, например, по типу токовых клещей.

Датчик 8 может быть выполнен на основе одной или двух термопар, встроенных (см. фиг.2) в средства 11 крепления корпуса 10 на проводе 6.

Приёмник 9, которым снабжён модуль 14, показан на фиг. 1 в составе блока 3. Приёмник 9 может быть выполнен на базе серийно выпускаемой микросхемы GPS приёмника.

Антенны 12 и 13 подсоединены к блоку 5 и приёмнику 9 соответственно и обеспечивают их работу.

Устройство устанавливается непосредственно на проводе ВЛ в одном из пролетов линии - предпочтительно в середине пролета или в точке максимального провеса провода и работает следующим образом.

С помощью датчика 8 блок 3 получает аналоговый электрический сигнал, соответствующий температуре провода 6, преобразует его в цифровые данные и передаёт их в блок 4, где они хранятся, накапливаются и предварительно обрабатываются.

С помощью датчика 7 блок 3 получает аналоговый электрический сигнал, соответствующий току в линии (и несущий информацию о величине тока, частоте, фазе и т.п.), преобразует его в цифровые данные и передаёт их в блок 4, где они хранятся, накапливаются и предварительно обрабатываются.

С помощью приёмника 9 блок 3 получает сигналы со спутников глобальной системы позиционирования GPS [7]. Приёмник 9 снабжён анализатором сигналов системы GPS, который по их относительным

задержкам определяет (приблизительно один раз в микросекунду) положение приемника в трёхмерной системе координат. Данные о координатах приемника 9 (и, следовательно, провода 6) из блока 3 поступают в блок 4, где они так же, как и данные о других параметрах, хранятся, накапливаются и предварительно обрабатываются. При этом обеспечивается определённое повышение разрешающей способности приёмника, позволяющее измерять относительно небольшие перемещения провода ВЛ с помощью системы GPS, первоначально предназначенной для определения местоположения мобильных объектов. Такой эффект связан с тем, что до возникновения интенсивных колебаний провода приемник сигналов GPS длительное время принимает их, находясь практически в стационарном состоянии.

Из блока 4 данные поступают в блок 5, который обеспечивает передачу на пункт сбора информации о состоянии (температуре, токе и пространственном положении) провода.

В тех случаях реализации изобретения, когда модуль 14 снабжён средством 15 (модемом) передача данных осуществляется по каналам сотовой телефонии, предоставляемым в общее пользование. Передача данных может осуществляться периодически с интервалом, например, 15 минут, либо по запросу из пункта сбора и обработки информации. В последнем случае блок 5 должен быть снабжён средствами приёма сигналов запроса информации и может быть связан с блоком 2 цепью 16, инициирующей работу устройства.

На пункте сбора и обработки информации приём данных и передача сигналов управления (запросов на передачу и установочных данных) осуществляется либо с помощью специализированного устройства, либо с использованием персонального компьютера, сопряжение которых с каналом связи может осуществляться через обычную телефонную линию с помощью стандартного модема.

Предлагаемое устройство использует известные средства общего пользования (сигналы системы GPS и телефонные каналы сотовой связи) для решения специфической задачи контроля параметров состояния провода высоковольтной линии электропередачи.

При этом сотовая связь используется не по её прямому назначению (телефонизация мобильных абонентов), а для обеспечения технологической телефонной связи с объектом, находящимся под высоким напряжением. Технический результат от применения сотовой связи в изобретении – исключается необходимость создавать и эксплуатировать как средства



высоковольтной развязки, так и специализированную технологическую систему связи. При этом повышается надёжность автономной работы устройства, т. к. функционирование телефонной сети связи общего пользования (включая сотовую телефонию), как правило, сохраняется при отказах или перерывах в работе отдельных линий, высоковольтных подстанций, электростанций и даже энергосистем.

Важно отметить, что известное, например из [8], применение мобильной телефонной связи в системе удалённого контроля работы электробытовых приборов не предусматривает передачу данных непосредственно от элементов (датчиков), установленных на токоведущих (и тем более на высоковольтных) частях оборудования, и следовательно не сопровождается получением указанного выше технического результата. В [8] решается другая задача и достигается другой технический результат (возможность использования готового и уже имеющегося у пользователя средства - мобильного телефона в качестве удалённого терминала системы), основанный на таком свойстве мобильных телефонов, как наличие дисплея, подходящего для отображения управляющих инструкций и результатов контроля электробытовых приборов.

Изобретательский уровень данного предложения также подтверждается, например тем, что в источнике [9], описывающем систему контроля параметров электроэнергетических объектов в труднодоступных местах (на высоковольтных и вращающихся частях электрооборудования) не рассматривается использование для этой цели телефонных каналов сотовой связи.

### **Промышленная применимость**

Применимость изобретения предполагает выполнение по меньшей мере одного из двух требований к месту размещения устройства на ВЛ:

- оно должно находиться в зоне покрытия хотя бы одной системы мобильной телефонной связи;
- оно должно быть доступно для одновременного приёма сигналов по меньшей мере 3-х спутников группировки GPS, общее число которых составляет 21 орбитальный объект.

В настоящее время первое требование выполняется главным образом в развитых регионах с высокой плотностью населения, а второе (благодаря большому общему числу орбитальных объектов группировки GPS,

равномерно размещённых на орбите вокруг Земли) - практически в любой точке земной поверхности.

Выполнение первого требования даёт возможность применить изобретение в первом варианте его реализации, второго – во втором варианте. В обоих случаях обеспечивается технический результат изобретения - повышение надёжности автономного функционирования устройства.

С другой стороны выбор варианта реализации изобретения может определяться экономическими соображениями и приоритетной задачей мониторинга состояния проводов ВЛ, зависящей, например, от наличия гололёдоопасных участков, силы и направления господствующих ветров на трассе ВЛ, нагрузки линии.

Таким образом, в зависимости от конкретных условий прохождения ВЛ предлагаемое устройство может быть реализовано в двух основных вариантах, каждый из которых предусматривает возможность соответствующего развития с дальнейшим повышением надёжности и автономности функционирования, если в месте размещения устройства выполняются оба вышеуказанных требования.

#### Источники информации

1. Мобильный автономный терморегистратор PTB-1, [WWW.carat-ndt.ru/rtv2.htm](http://WWW.carat-ndt.ru/rtv2.htm)
2. Laser range finder LEM 300-GEO, [www.jenoptik-los.de/lasersensor/rangefinder/lem300\\_geo.html](http://www.jenoptik-los.de/lasersensor/rangefinder/lem300_geo.html).
3. M. Corti, S.Marazzini, F.Tavano. Misura a distanza delle vibrazioni dei conduttori delle linee elettriche aeree mediante l'impiego di laser, 85a Riunione Annuale dell'AEI, ottobre 1984.
4. T. Seppa et al, Use of on-line tension monitoring for real-time thermal rating, ice loads, and other environmental effects, CIGRE Session 1998, report 22-102.
5. Патент РФ № RU 2143165, МПК H02J 13/00, G01R 15/06, 1999, Устройство для контроля электроэнергетических систем.
6. Микуцкий Г.В. Устройства обработки и присоединения высокочастотных каналов. - М., Энергия, 1974, с. 106-158.
7. Understanding GPS: principles and applications. Edition Elliot D. Kaplan, Artech Hons. Boston, London, 1996.

8. Заявка PCT № WO 01/28068, H02J 13/00, 2001, System for monitoring and controlling f set of household appliances
9. Заявка PCT № WO 01/17092, МПК H02J 13/00, 2001, Electric power supervision

### Формула изобретения

1. Устройство для дистанционного контроля состояния провода воздушной линии электропередачи, содержащее корпус, снабженный средством крепления на проводе линии электропередачи, и размещенные в корпусе блок питания и измерительно-передающий модуль, который снабжен средством сопряжения с каналом сотовой телефонии общего пользования.

2. Устройство по п.1, в котором измерительно-передающий модуль содержит блок управления, блок получения и преобразования сигналов состояния провода, блок предварительной обработки полученной информации, накопления и хранения данных, блок связи и передачи данных, при этом блок предварительной обработки полученной информации, накопления и хранения данных подключен к входу блока связи и передачи данных и к выходу блока получения и преобразования сигналов состояния провода, а средство сопряжения с каналом сотовой телефонии общего пользования введено в блок связи и передачи данных.

3. Устройство по п.1 или 2, в котором измерительно-передающий модуль дополнительно содержит приемник сигналов глобальной системы позиционирования с определителем его положения в трехмерной системе координат.

4. Устройство для дистанционного контроля состояния провода воздушной линии электропередачи, содержащее корпус, снабженный средством крепления на проводе линии электропередачи, и размещенные в корпусе блок питания и измерительно-передающий модуль, который снабжен приемником сигналов глобальной системы позиционирования с определителем его положения в трехмерной системе координат.

5. Устройство по п. 4, в котором измерительно-передающий модуль содержит блок управления, блок получения и преобразования сигналов состояния провода, блок предварительной обработки полученной информации, накопления и хранения данных, блок связи и передачи данных, при этом блок предварительной обработки полученной информации, накопления и хранения данных подключен к выходу блока получения и преобразования сигналов состояния провода и к входу блока связи и передачи данных, а приемник сигналов глобальной системы позиционирования с определителем его

положения в трёхмерной системе координат введён в блок получения и преобразования сигналов состояния провода.

6. Устройство по п.4 или 5, в котором измерительно-передающий модуль снабжён средством сопряжения с каналом сотовой телефонии общего пользования.

7. Устройство по п.2 или 5, в котором блок получения и преобразования сигналов состояния провода содержит датчик параметров тока в проводе.

8. Устройство по п.2 или 5, в котором блок получения и преобразования сигналов состояния провода содержит датчик температуры провода.

9. Устройство по п.8, в котором датчик температуры провода встроен в средство крепления корпуса на проводе линии электропередачи.

10. Устройство по п.2 или 5, в котором блок связи и передачи данных снабжен средствами приема сигналов запроса информации, установочных цифровых данных и средствами защиты от несанкционированного доступа.

11. Устройство по п.1 или 4, в котором блок питания выполнен в виде аккумулятора.

12. Устройство по п.11, в котором аккумулятор снабжен средством подзарядки от тока линии электропередачи.

13. Устройство по п.11, в котором аккумулятор снабжен средством подзарядки от дополнительно введённой солнечной батареи.

## РЕФЕРАТ

**Устройство для дистанционного контроля состояния провода воздушной  
линии электропередачи (варианты)**

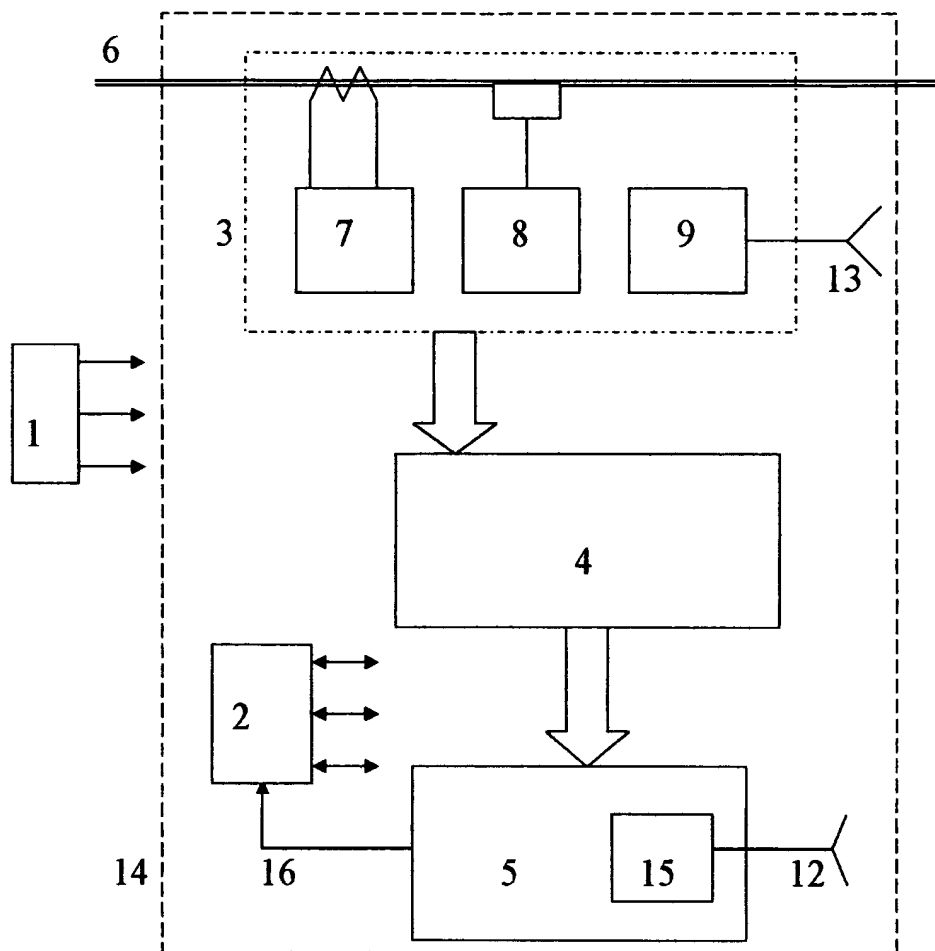
Изобретение относится к дистанционному контролю (мониторингу) объектов электроэнергетики и предназначено для получения данных о состоянии провода высоковольтной воздушной линии электропередачи (ВЛ) и их передачи на пункт сбора информации (например, диспетчерский пункт).

Задача изобретения – исключить необходимость создания и эксплуатации специализированных технологических средств для измерения параметров положения провода и/или для связи с пунктом сбора измерительной информации, и тем самым повысить надёжность функционирования устройства как автономного элемента системы мониторинга состояния проводов ВЛ.

Устройство содержит корпус, снабженный средством крепления на проводе линии электропередачи, и размещённые в корпусе блок питания и измерительно-передающий модуль. Варианты изобретения предусматривают введение в измерительно-передающий модуль средства сопряжения с каналом сотовой телефонии общего пользования и/или приемника сигналов глобальной системы позиционирования с определителем его положения в трёхмерной системе координат.

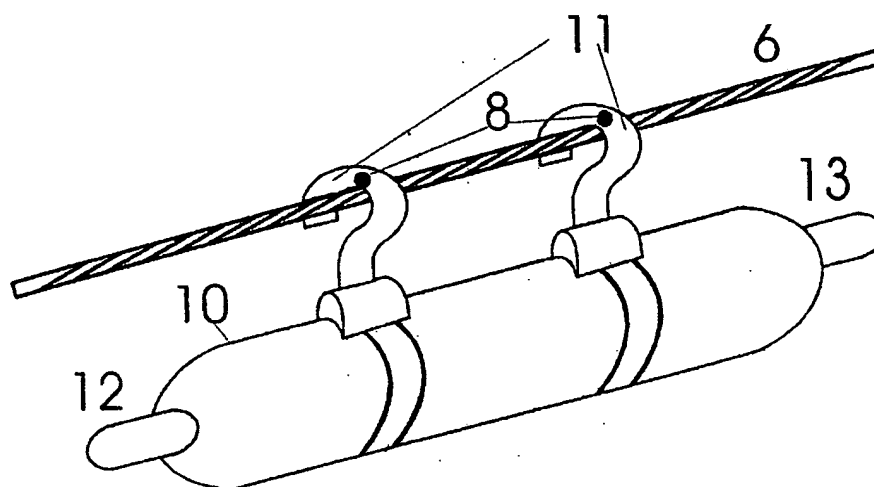
Измерительно-передающий модуль может быть выполнен в виде блока управления, блока получения и преобразования сигналов состояния провода, блока предварительной обработки полученной информации, накопления и хранения данных, блока связи и передачи данных. В этом случае средство сопряжения с каналом сотовой телефонии и приемник сигналов глобальной системы позиционирования входят в состав блока связи и передачи данных и блока получения и преобразования сигналов состояния провода соответственно. 2 н.п, 11 з.п. 2 илл.

Устройство для дистанционного контроля состояния  
провода воздушной линии электропередачи (варианты)



Фиг. 1.

Устройство для дистанционного контроля состояния  
провода воздушной линии электропередачи (варианты)



Фиг. 2